



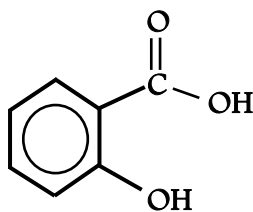
**BAC BLANC N°2**  
**EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**  
**DUREE : 4 HEURES**

**EXERCICE 1 : (04 points)**

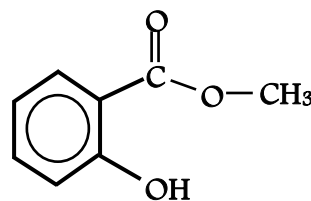
Le salicylate de méthyle est employé en parfumerie et comme arôme dans l'alimentation. Il fait partie des matières odorantes les plus importantes et est apprécié aussi en raison de ses propriétés analgésiques et antipyrétiques. Dans ce qui suit, on se propose de réaliser la synthèse du salicylate de méthyle et d'étudier la cinétique de sa réaction de synthèse.

**1.1. Synthèse du salicylate de méthyle :**

La synthèse du salicylate de méthyle se fait à partir de l'acide salicylique et du méthanol.



**Acide salicylique**



**Salicylate de méthyle**

1.1.1. Recopier la formule du salicylate de méthyle et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des esters. (0,25 pt)

1.1.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse du salicylate de méthyle. (0,5 pt)

1.1.3. Dans un ballon on introduit un volume  $V_1 = 28,75 \text{ mL}$  d'acide salicylique de masse volumique  $\rho_1 = 1,44 \text{ g.cm}^{-3}$  et un volume  $V_2 = 22,63 \text{ mL}$  de méthanol de masse volumique  $\rho_2 = 792 \text{ kg.m}^{-3}$ .  
On ajoute ensuite 1 mL d'acide sulfurique puis on chauffe à reflux le mélange.

Au bout d'une durée  $\Delta t$ , on récupère une masse  $m = 33 \text{ g}$  de salicylate de méthyle.

1.1.3.1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Pourquoi chauffe-t-on le mélange ? (0,5 pt)

1.1.3.2. Vérifier que le mélange n'est pas dans les proportions stœchiométriques. Déduire ensuite le pourcentage d'alcool estérifié de cette réaction à ce stade ? (1 pt)

On donne  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;

$M(\text{méthanol}) = 32$  ;  $M(\text{acide salicylique}) = 138$  ;  $M(\text{salicylate de méthyle}) = 152$ .

**1.2. Etude de la cinétique de la réaction de synthèse du salicylate de méthyle :**

Pour suivre l'évolution de la réaction, on effectue des prélèvements de 1 mL que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$  ;  $\text{OH}^-$ ). A partir du volume  $V_B$  de solution d'hydroxyde de sodium versé, on calcule la quantité  $n_A$  d'acide salicylique restant dans la totalité du milieu réactionnel.

Les résultats obtenus ont permis de tracer le graphe (1) représentant l'évolution de la quantité d'ester formée  $n_E$  en fonction du temps. (Voir page annexe)

1.2.1. Représenter sur le même graphe l'allure de la courbe représentant l'évolution au cours du temps de la quantité d'ester formée si on réalisait l'estérification sans acide sulfurique. Justifier. (0,5 pt)

1.2.2. Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester. (0,25 pt)

1.2.3. Calculer cette vitesse à  $t_1 = 20 \text{ min.}$  (0,5 pt)

1.2.4. Que peut-on dire de cette vitesse à  $t_2 = 90 \text{ min.}$  Justifier. (0,5 pt)

### EXERCICE 2 : (04 points)

On réalise le dosage d'une solution de diéthylamine  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$  à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $\text{C}_a = 0,1 \text{ mol/L}$ . On prélève un volume  $V_b = 20 \text{ mL}$  de la solution basique de concentration  $\text{C}_b$  que l'on place dans un bécher. On mesure le pH en fonction du volume  $V_a$  de la solution acide ajoutée ; on obtient le tableau de valeurs ci-dessous.

$V_a \text{ (mL)}$	0	1	3	5	7	9	11	13	15	16	16,5
pH	11,9	11,6	11,4	11,2	11	10,9	10,7	10,4	10,1	9,7	9,4
$V_a \text{ (mL)}$	17	17,2	17,5	18	18,5	19	20	22	25		
pH	8,8	7,5	3,6	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8		

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique qui se produit entre les deux solutions. (0,5 pt)

2.2. Tracer la courbe  $\text{pH} = f(V_a)$  représentant la variation du pH en fonction de  $V_a$  versé. (0,5 pt)

2.3. En déduire de la courbe :

2.3.1. La concentration  $\text{C}_b$  de la solution aqueuse de diéthylamine. (0,5 pt)

2.3.2. Le  $\text{pK}_a$  du couple acide/base. (0,25 pt)

2.3.3. Expliquer pourquoi le pH au point équivalent est-il différent de celui obtenu lors du dosage d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique. (0,25 pt)

2.3.4. Déterminer la constante de réaction  $K_r$  et conclure. (0,5 pt)

On donne :  $\text{pK}_a(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$  et  $\text{pK}_a(\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-) = 14$ .

2.4. Sachant que le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  est de 9,3 ; classer les deux bases par basicité croissante et indiquer l'influence de la substitution sur la force d'une base. (0,5 pt)

2.5. On désire préparer une solution tampon.

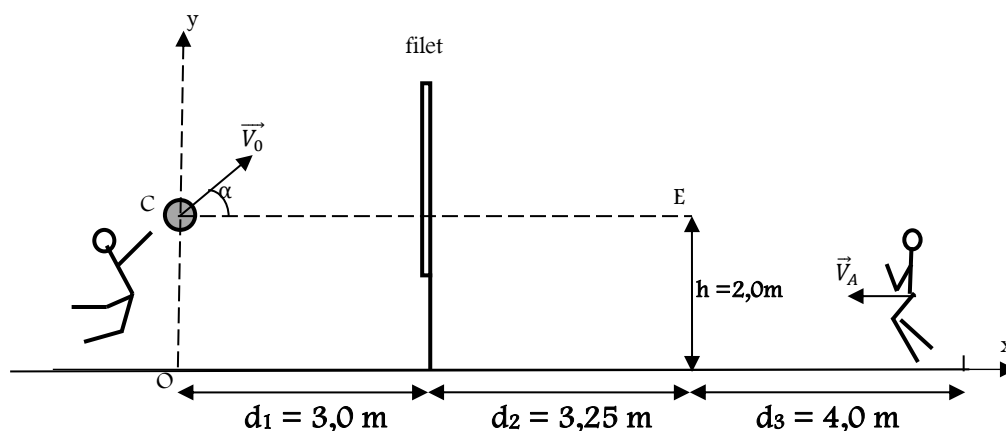
2.5.1. Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ? (0,5 pt)

2.5.2. Préciser la manière d'obtenir 100 mL d'une solution tampon à partir de la solution de diéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . (0,5 pt)

### EXERCICE 3 : (04 points)

Lors d'un match de volleyball, un joueur frappe la balle de  $m = 280 \text{ g}$ , et lui communique une vitesse  $\vec{v}_0$  à partir d'un point C situé à  $h = 2,0 \text{ m}$  du sol et à une distance  $d_1 = 3 \text{ m}$  du filet. Le vecteur vitesse  $\vec{v}_0$  est incliné d'un angle  $\alpha = 45^\circ$  sur l'horizontale et sa norme vaut  $v_0 = 7,9 \text{ m.s}^{-1}$ .

On prendra l'accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .



#### 3.1. Etude du mouvement de la balle

La balle frappée à la date  $t = 0$ , décrit sa trajectoire dans le plan vertical contenant le vecteur  $\vec{v}_0$  et rapporté au repère  $(\text{Ox} ; \text{Oy})$  orthonormé supposé galiléen. On néglige les forces de frottement de l'air sur la balle.

3.1.1. Trouver l'accélération  $\vec{a}$  de la balle ; donner ses coordonnées cartésiennes. (0,5 pt)

- 3.1.2. Exprimer à l'instant  $t$ , les coordonnées cartésiennes du vecteur vitesse  $\vec{v}$  de la balle. (0,5 pt)
- 3.1.3. Déterminer les équations paramétriques du mouvement de la balle. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (0,75 pt)
- 3.1.4. Montrer que la balle passe au-dessus du filet, haut de  $H = 2,43 \text{ m}$ . (0,25 pt)
- 3.1.5. Déterminer la hauteur maximale atteinte par la balle au-dessus du sol. (0,5 pt)
- 3.1.6. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la balle lorsqu'elle touche le sol. (0,5 pt)

### 3.2. Interception de la balle :

Pour intercepter la balle, au point E situé à  $d_2 = 3,25 \text{ m}$  du filet et à  $2,0 \text{ m}$  au-dessus du sol, un adversaire part de derrière à une distance  $d_3 = 4,0 \text{ m}$  de la verticale de E, à l'instant où la balle passe au-dessus du filet.

On suppose qu'il suit une ligne droite parallèle à (Ox), avec une vitesse  $\vec{v}_A$  constante.

- 3.2.1. Vérifier que la balle passe par le point E. (0,25 pt)
- 3.2.2. Exprimer la date  $t_1$  à laquelle la balle passe au-dessus du filet en fonction de  $d_1$ ,  $v_0$  et  $\alpha$ . (0,25 pt)
- 3.2.3. Exprimer la date  $t_2$  à laquelle la balle passe au point E en fonction de  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $v_0$  et  $\alpha$ .
- 3.2.4. Montrer que la vitesse  $v_A$  de cet adversaire pour intercepter la balle est donnée par la relation :

$$v_A \frac{d_3 \cdot v_0 \cdot \cos \alpha}{d_2}. \text{ Calculer } v_A. (0,5 \text{ pt})$$

### EXERCICE 4 : (04 points)

Un groupe d'élèves se propose de déterminer expérimentalement certaines caractéristiques d'un dipôle (R, L, C), puis d'en déduire la puissance moyenne consommée ainsi que le facteur de qualité. Pour cela il monte en série un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ , une bobine d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de résistance  $r$ , et un condensateur de capacité C. Ensuite il applique aux bornes du dipôle une tension alternative  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence N réglable.

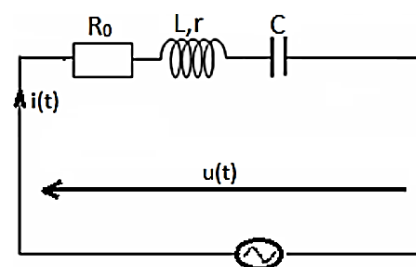


Figure 1

- 4.1. Le groupe visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions  $u_{R0}(t)$  et  $u(t)$  respectivement aux bornes du résistor  $R_0$  et aux bornes du dipôle (R, L, C) (figure 1). Il obtient la figure 2 ci-dessous où sont reproduits les oscillogrammes visualisés.

Les sensibilités verticale et horizontale sont indiquées sur la figure 2 et valent respectivement

$2 \text{ V/division}$  et  $\frac{5}{6} \text{ ms/division}$ .

- 4.1.1. Montrer que la courbe (a) représente l'évolution de la tension aux bornes du dipôle (R, L, C). (0,25 pt)
- 4.1.2. Reproduire le schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer pour visualiser les tensions à l'oscilloscope bicourbe. (0,5 pt)

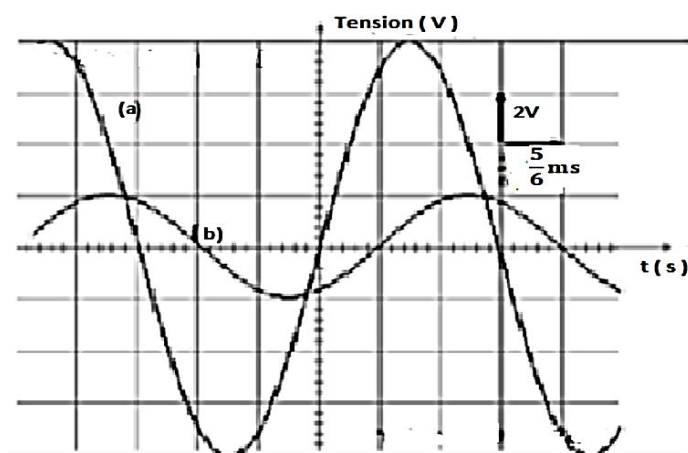


Figure 2

- 4.2. A partir des oscillogrammes déterminer :

- 4.2.1. La fréquence N de la tension  $u(t)$  appliquée aux bornes du dipôle (Z, L, C) série. (0,25 pt)
- 4.2.2. La valeur maximale  $I_m$  de l'intensité du courant débitée dans le circuit puis en déduire l'impédance Z du dipôle (R, L, C). (0,5 pt)

4.2.3. Le déphasage de l'intensité du courant  $i(t)$  par rapport à la tension  $u(t)$  et en déduire l'expression de  $i(t)$ . Le circuit est-il inductif ou capacitif ? Justifier (0,75 pt)

4.3. A partir des résultats précédents, déterminer :

4.3.1. La résistance  $r$  de la bobine. (0,25 pt)

4.3.2. La capacité  $C$  du condensateur, (0,25 pt)

4.3.3. La puissance moyenne consommée par le dipôle (R, L, C). (0,25 pt)

4.4. Le groupe d'élèves règle maintenant la fréquence du générateur à la valeur  $N_0$ , fréquence propre du dipôle (R, L, C), déterminer :

4.4.1. La fréquence  $N_0$ . (0,25 pt)

4.4.2. L'intensité maximale du courant. (0,25 pt)

4.4.3. Le facteur de qualité  $Q$ . Conclure (0,5 pt)

#### EXERCICE 5 : (04 points)

On réalise l'expérience par la figure 1 ci-dessous. S est une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .  $S_1$  est un trou circulaire de diamètre  $d \approx \lambda$  percé sur l'écran  $E_1$  et E est l'écran d'observation.

5.1. Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en  $S_1$  ? Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de  $S_1$ . En déduire l'aspect de l'écran. (0,75 pt)

5.2. On perce un deuxième trou  $S_2$  identique à  $S_1$  sur  $E_1$  (voir figure 2 ci-dessous).

5.2.1. Décrire ce qu'on observe sur l'écran E. (0,5 pt)

5.2.2. La longueur occupée par 10 interférences est  $L = 5,85 \text{ mm}$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  émise par la source S. Pourquoi mesure-t-on 10 interférences et non une seule. (0,5 pt)

Données :  $a = S_1S_2 = 2 \text{ mm}$  et  $D = 2 \text{ m}$ .

5.2.3. Déterminer la distance entre la 4<sup>ème</sup> frange claire et la 6<sup>ème</sup> frange obscure de part et d'autre de la frange centrale. (0,25 pt)

5.3. On remplace S par S' qui émet les radiations de longueur d'onde  $\lambda_1 = 0,655 \mu\text{m}$  et  $\lambda_2$ . Les deux systèmes coïncident pour une première fois pour la 5<sup>ème</sup> frange claire de  $\lambda_1$  et la 6<sup>ème</sup> frange claire de  $\lambda_2$ .

5.3.1. Calculer  $\lambda_2$ . (0,5 pt)

5.3.2. En prenant comme origine O le milieu de la frange centrale, déterminer l'abscisse de la deuxième coïncidence entre les milieux des franges brillantes des deux systèmes. (0,5 pt)

5.4. On réalise maintenant le dispositif de la figure 3 ci-dessous :

5.4.1. Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse. (0,25 pt)

5.4.2. On éclaire la cathode C par la lumière issue de la source S' précédente ( $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ ). Le travail d'extraction constituant la cathode est  $W_0 = 2,2 \text{ eV}$ .

5.4.2.1. Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence. (0,5 pt)

5.4.2.2. Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? (0,25 pt)

5.4.2.3. Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode. (0,5 pt)

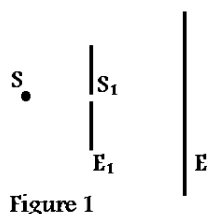


Figure 1

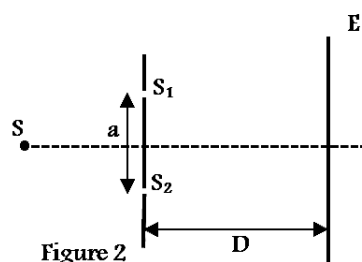


Figure 2

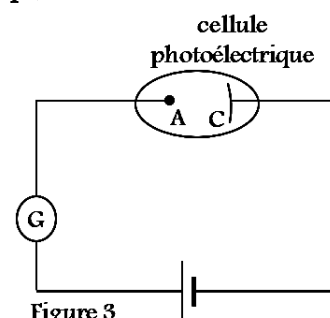


Figure 3

Annexe à rendre avec la copie

